



Analisis Potensi Daya Listrik dari Cahaya Matahari Menggunakan Panel Surya Jenis *Polycrystalline* di Kawasan Pesisir dan Dataran Tinggi Provinsi Bengkulu

Niko Utomo*, Henny Johan, Rendy Wikrama Wardana

Universitas Bengkulu
e-mail*: nikoutomo71@gmail.com

Diterima 16 September 2022

Disetujui 20 Januari 2023

Dipublikasikan 28 Januari 2023

<https://doi.org/10.33369/jkf.5.3.181-186>

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan perbedaan daya listrik yang dihasilkan panel surya antara rangkaian seri dan paralel di kawasan dataran tinggi dan pesisir Provinsi Bengkulu. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen murni, dengan melakukan pengambilan data secara langsung menggunakan dua buah panel surya jenis *polycrystalline* yang dirangkai secara seri dan paralel dan dilakukan di dua tempat yang berbeda yaitu kawasan pesisir Kota Bengkulu dan dataran tinggi Argamakmur. Penelitian dilakukan selama 20 hari mulai pukul 09.00 – 16.00 WIB setiap 30 menit sekali kemudian dicatat di tabel pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya listrik yang dihasilkan di Kota Bengkulu memiliki nilai yang lebih besar daripada Argamakmur sebesar 64% diambil dari rata-rata arus yang dihasilkan yang mana perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan ketinggian yaitu penyerapan intensitas cahaya matahari dengan hasil uji perbedaan intensitas cahaya matahari dengan $\text{sig.} = 0,003$.

Kata kunci: Daya, Listrik, Panel, Surya

ABSTRACT

This study aims to explain the difference in electrical power generated by solar panels between series and parallel circuits in the highland and coastal areas of Bengkulu province. The research method used is a purely experimental method, by taking data directly using two polycrystalline type solar panels that are assembled in series and parallel and carried out in two different places, namely the coastal area of Bengkulu City and the Argamakmur plateau. The study was conducted for 20 days from 09.00 – 16.00 WIB every 30 minutes and then recorded in the observation table. The results showed that the electrical power generated in Bengkulu City has a greater value than Argamakmur by 64% which is influenced by the difference in height, namely the absorption of sunlight intensity with the test results of the difference in the intensity of sunlight with $\text{sig.} = 0.003$.

Keywords: Power, Electricity, Panels, Solar

I. PENDAHULUAN

Pada Abad 21 ini bahan bakar fosil masih menjadi sumber utama yang digunakan untuk menghasilkan energi. Namun di sisi lain, persediaan minyak dan gas bumi semakin menipis dan suatu saat akan menjadi habis. Sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat. Di tengah krisis energi saat ini, timbul pemikiran untuk mengembangkan sumber energi lain sebagai sumber energi alternatif untuk penyediaan konsumsi energi domestik. Indonesia memiliki beragam sumber energi alternatif seperti matahari, air, angin dan biomassa (1). Namun pemanfaatan sumber energi alternatif masih minim dilakukan yang menyebabkan penggunaan energi dari minyak bumi lama-kelamaan akan habis. Saat ini, Indonesia masih bertumpu pada sumber energi tidak terbarukan, berupa BBM atau Bahan Bakar Minyak yang digunakan untuk sektor transportasi, industri hingga rumah tangga (2). Untuk itu, perlu langkah baru agar permasalahan ini dapat perlahan terselesaikan dengan beralih ke sumber energi alternatif yang tersedia di alam. Salah satu sumber energi alternatif yang merupakan sumber energi baru dan terbarukan misalnya adalah matahari. Untuk memanfaatkan cahaya matahari,

dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau lebih dikenal dengan sel surya (*sel fotovoltaik*) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya (3).

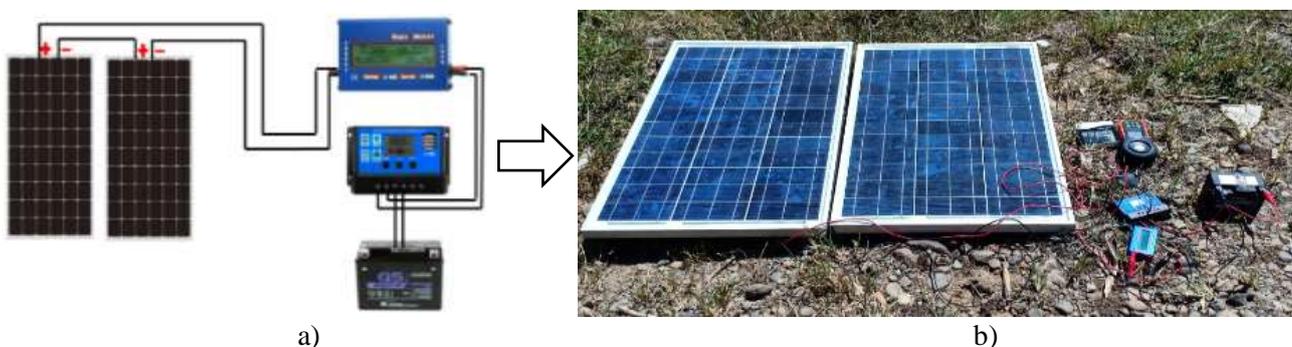
Panel surya atau sel *photovoltaic* adalah suatu alat semi konduktor yang mengkonversi foton (cahaya) menjadi listrik. Konversi ini disebut efek *photovoltaic*. Dengan kata lain efek photovoltaic adalah fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik (4). Efek *photovoltaic* didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose di bawah energi cahaya. Efek photovoltaic yang dihasilkan berupa daya listrik yang dapat menghidupkan beban.

Indonesia terletak pada daerah khatulistiwa yang sangat potensial, yang mengakibatkan intensitas radiasi matahari bisa dimanfaatkan cukup merata sepanjang tahun. Sumber energi surya di Indonesia memiliki intensitas rata-rata sekitar $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ (5). Provinsi Bengkulu merupakan salah satu provinsi yang terletak di pulau Sumatera, Indonesia. Provinsi Bengkulu memiliki topografi yang dibagi menjadi dua bagian, meliputi 100 meter di atas permukaan laut termasuk kawasan pesisir dan di atas 1000 meter termasuk kawasan bukit barisan. Hal ini menjadikan Bengkulu disinari matahari cukup merata sepanjang tahun sehingga provinsi Bengkulu memiliki potensi untuk pengembangan energi terbarukan yaitu energi dari matahari. Karena alasan inilah, peneliti melakukan penelitian di dua tempat yang berbeda yaitu Kota Argamakmur merupakan dataran tinggi dan Kota Bengkulu yang merupakan kawasan pesisir. Panel surya yang digunakan dirangkai secara seri dan paralel. Penelitian ini juga mengukur besar intensitas cahaya untuk melihat perbedaan intensitas cahaya antara kedua tempat tersebut. Maka dari itu, peneliti mengambil penelitian dengan judul, "Analisis potensi daya listrik dari cahaya matahari menggunakan panel surya jenis *polycrystalline* di kawasan pesisir dan dataran tinggi Provinsi Bengkulu.

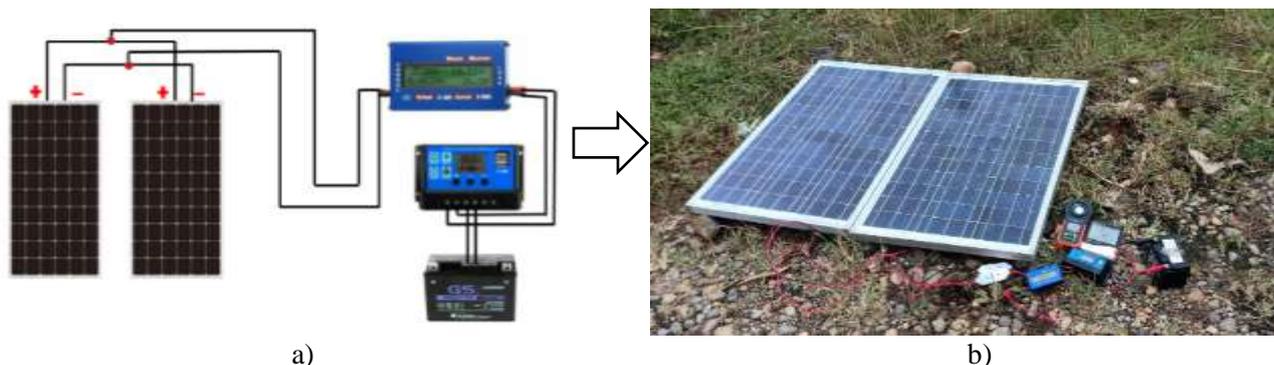
II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen murni. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan selama 20 hari mulai pukul 09.00 – 16.00 WIB setiap 30 menit sekali kemudian dicatat di tabel pengamatan. Penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu dataran tinggi Kota Argamakmur dan kawasan pesisir Kota Bengkulu. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan lokasi yang terdapat tanah lapang sehingga sinar matahari tidak terhalang oleh gangguan lain. Penelitian dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan panel surya jenis *polycrystalline*. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan dua buah panel surya yang dirangkai secara seri dan paralel bersamaan dengan pengambilan data intensitas cahaya matahari. Data yang dikumpulkan berupa data arus dan tegangan dari dua buah panel surya yang dirangkai secara seri dan paralel. Data yang dikumpulkan menggunakan instrumen yaitu dua buah panel surya jenis *polycrystalline*, luxmeter dan multimeter.

Pengukuran arus dan tegangan bersamaan dengan pengukuran intensitas cahaya dengan desain penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. a) Skema Rangkaian Seri 2 Panel Surya. b) Rangkaian Seri 2 Panel Surya Riil



Gambar 2. a) Skema Rangkaian Paralel 2 Panel Surya. b) Rangkaian Paralel 2 Panel Surya Riil
 Data arus, tegangan dan intensitas yang sudah didapat kemudian dihitung daya listrik yang dihasilkan dengan menggunakan rumus daya = tegangan x arus. Data Daya listrik yang didapat dianalisis rata-rata setiap jam dan rata-rata perhari. Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif berupa rata-rata daya listrik yang dihasilkan dan statistik inferensial berupa uji beda rata-rata intensitas cahaya antara Kota Bengkulu dan Argamakmur serta uji korelasi antara intensitas cahaya dan daya listrik yang dihasilkan panel surya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi daya listrik dari cahaya matahari menggunakan panel surya jenis *polycrystalline* di kawasan pesisir dan dataran tinggi di Provinsi Bengkulu terutama Argamakmur dan Kota Bengkulu. Berikut hasil-hasil penelitian yang diperoleh.

Tabel 1. Data Perhitungan Daya Listrik di Argamakmur dan Kota Bengkulu

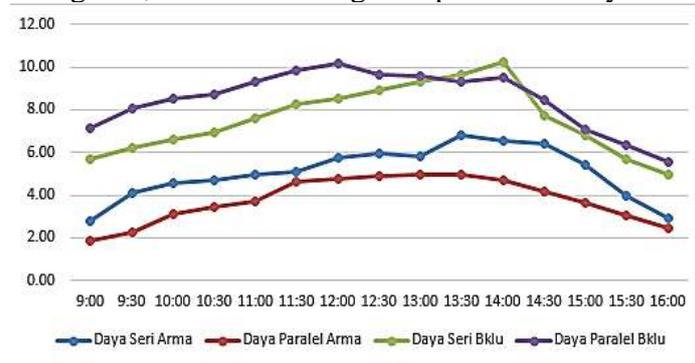
No	Waktu	Jenis Rangkaian di Argamakmur (541 m dpl)		Jenis Rangkaian di Kota Bengkulu (2 m dpl)		Intensitas Cahaya	
		Daya Seri (W)	Daya Paralel (W)	Daya Seri (W)	Daya Paralel (W)	Arma	Bklu
1	9:00	2.80	1.88	5.66	7.16	697.5	811
2	9:30	4.14	2.29	6.20	8.08	727.88	858.7
3	10:00	4.58	3.15	6.62	8.51	934.5	914.7
4	10:30	4.72	3.47	6.94	8.74	936	936.2
5	11:00	4.96	3.74	7.59	9.31	997.5	982.9
6	11:30	5.10	4.65	8.22	9.83	1024.5	1061.7
7	12:00	5.76	4.78	8.50	10.20	1101	1076.2
8	12:30	5.93	4.89	8.94	9.67	1120.5	1087
9	13:00	5.83	4.95	9.31	9.58	1206	1091.2
10	13:30	6.79	4.96	9.63	9.32	1224	1076.9
11	14:00	6.53	4.68	10.22	9.53	1231	1073.5
12	14:30	6.39	4.20	7.75	8.48	1121	951.9
13	15:00	5.44	3.65	6.80	7.05	941.5	869.9
14	15:30	3.94	3.04	5.67	6.33	847	777.1
15	16:00	2.93	2.46	4.96	5.55	698.8	722.5
Rata-Rata		5.06	3.79	7.53	8.49	987.2	952.76
SD		1.22	1.05	1.59	1.39	184.20	124.38

Berdasarkan Tabel 1, daya tertinggi di Argamakmur untuk rangkaian seri dan paralel berturut-turut pada pukul 13.30 WIB yaitu sebesar 6,79 W dan 4,96 W. Sedangkan di Kota Bengkulu pada pukul 14.00 WIB yaitu sebesar 10,22 W dan 9,53 W. Selain itu, diperoleh pula daya terendah di Argamakmur pada pukul 09.00 WIB yaitu sebesar 2,88 W dan 1,88 W. Sedangkan di Kota Bengkulu pada pukul 16.00 WIB yaitu sebesar 4,96 W dan 5,55 W. Kemudian, rata-rata daya untuk rangkaian seri dan paralel di Argamakmur yaitu 5,06 W dan 3,79 W. Sedangkan untuk rangkaian seri seri dan paralel di Kota Bengkulu yaitu 7,53 W dan 8,49 W. Perbedaan daya yang dihasilkan oleh panel surya dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Hasil uji perbedaan intensitas cahaya antara Argamakmur dan Kota Bengkulu menghasilkan signifikansi sebesar 0,003. Untuk menyimpulkan

hasil ini, jika $\text{sig. (2-tailed)} < 0,05$ maka terdapat perbedaan yang signifikan. Sebaliknya jika $\text{sig. tailed)} > 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Nilai $0,003 < 0,05$ maka disimpulkan terdapat perbedaan intensitas cahaya yang signifikan diantara kedua tempat tersebut.

Kota Bengkulu memiliki daya yang lebih besar berkaitan dengan adanya perbedaan ketinggian tempat dengan Argamakmur. Intensitas yang diserap di dataran rendah lebih maksimum daripada di dataran tinggi. Hal ini dikarenakan di dataran rendah lebih banyak massa udara di atmosfer yang menyerap dan menyimpan panas matahari dibandingkan dataran tinggi. Selain itu, tekanan udara di dataran rendah lebih tinggi akibat gravitasi. Matahari memancarkan energinya ke bumi sebagai radiasi cahaya matahari. Sebagian besar radiasi matahari ini melewati atmosfer sebelum diserap oleh tanah dan air ketika menyentuh permukaan bumi. Panas kemudian juga diserap oleh udara. Semakin rendah posisi kita di permukaan bumi, semakin banyak massa udara di atmosfer. Massa udara ini menyerap dan mempertahankan panas. Sebaliknya pada dataran tinggi, massa udara berkurang sehingga posisi di permukaan bumi yang dataran tinggi memiliki penyerapan intensitas cahaya yang lebih rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan terdapat pengaruh yang signifikan antara intensitas cahaya matahari terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya (6). Senada dengan sebelumnya, hasil penelitian Usman (7) juga menyatakan bahwa semakin besar intensitas cahaya semakin besar energi listrik yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan oleh Silalahi (8) juga menyatakan intensitas cahaya berbanding lurus dengan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Dalam penelitian Hasanuddin (9) juga menyatakan besarnya intensitas cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap jumlah daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya setiap jamnya. Penelitian yang dilakukan oleh Arifin (10) menyatakan bahwa variasi intensitas cahaya dapat mempengaruhi efisiensi panel surya.

Untuk lebih jelas mengenai perbedaan daya listrik antara rangkaian seri dan paralel di Argamakmur dan Kota Bengkulu, berikut adalah grafik perbedaan daya listrik yang dihasilkan.



Gambar 3. Grafik Perbedaan Daya Listrik di Argamakmur dan Kota Bengkulu

Berdasarkan Gambar 3, untuk di Argamakmur dengan ketinggian 541 m dpl yang berada pada kategori dataran tinggi, rata-rata daya yang yang dihasilkan oleh rangkaian seri yaitu 5,06 W lebih tinggi daripada rangkaian paralel yaitu 3,79 W. Sedangkan untuk Kota Bengkulu yang berada pada kawasan pesisir dengan ketinggian 2 m dpl yang berada pada kawasan pesisir, daya yang dihasilkan oleh rangkaian seri yaitu 7,53 W lebih rendah daripada rangkaian paralel yaitu 8,49 W. Antara rangkaian seri dan paralel memiliki karakteristik yang berbeda. Pada rangkaian seri, tegangan antara dua buah panel surya adalah jumlah tegangan keduanya. Sedangkan pada rangkaian paralel, tegangan antara dua buah panel surya adalah jumlah tegangan dibagi dua. Jadi tegangan panel surya yang disusun seri lebih besar daripada rangkaian paralel. Kemudian, arus pada rangkaian seri memiliki nilai yang lebih kecil dari pada arus pada rangkaian paralel. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (11) yang menyatakan bahwa arus pada rangkaian paralel lebih besar daripada rangkaian seri.

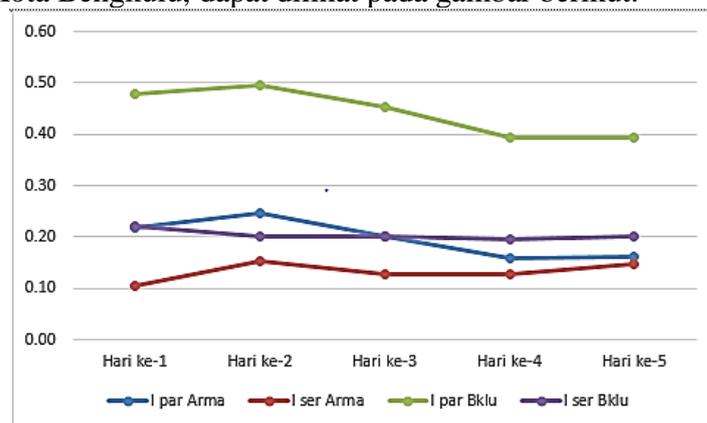
Kemudian, analisis daya listrik yang dihasilkan panel surya juga dapat dilihat setiap jam, dimana daya listrik tertinggi berada pada pukul 13.30-14.00 WIB. Hal ini dikarenakan intensitas cahaya pada pukul 13.30-14.00 WIB berada pada intensitas yang maksimum. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang ada dalam (12) menyatakan intensitas maksimum terjadi sesudah tengah hari, biasanya antara jam 12.00 sampai jam 14.00. Pada saat ini bumi mencapai suhu tertingginya. Hal ini

dikarenakan di daerah tropis seperti di Indonesia waktu paling panas adalah jam 2 siang. Jam 12 siang adalah waktu dimana bumi mendapatkan radiasi cahaya matahari tertinggi. Namun, butuh waktu 2 jam untuk membuat bumi mencapai suhu tertingginya. Prosesnya adalah matahari memancarkan cahayanya ke bumi, kemudian cahaya tersebut diserap oleh permukaan bumi, lalu dipancarkan kembali ke atmosfer yang kemudian membuat udara menjadi panas. Setelah jam 2 siang, suhu permukaan bumi akan menurun. Perbedaan data antara rangkaian seri dan paralel di Argamakmur dan Kota Bengkulu dari rata-rata setiap hari dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Arus dan Tegangan di Argamakmur dan Kota Bengkulu

Rata-Rata per Hari	Argamakmur				Kota Bengkulu			
	I par	I ser	V par	V ser	I par	I ser	V par	V ser
Hari ke-1	0.22	0.10	19.29	38.17	0.48	0.22	19.08	37.78
Hari ke-2	0.25	0.15	19.32	37.67	0.49	0.20	18.98	37.11
Hari ke-3	0.20	0.13	19.08	38.55	0.45	0.20	19.37	36.55
Hari ke-4	0.16	0.13	19.16	38.30	0.39	0.20	19.23	37.93
Hari ke-5	0.16	0.15	19.09	37.81	0.39	0.20	19.06	38.02
Rata-Rata	0.20	0.13	19.19	38.10	0.44	0.20	19.14	37.47
SD	0.04	0.02	0.11	0.36	0.05	0.01	0.16	0.63

Berdasarkan Tabel 2, arus tertinggi di Argamakmur untuk rangkaian paralel dan seri berturut-turut pada hari ke-2 dan ke-5 yaitu sebesar 0,25 A dan 0,15 A. Sedangkan arus terendah di Argamakmur untuk rangkaian paralel dan seri pada hari ke- 4, hari ke-5 dan hari ke-1 yaitu sebesar 0,16 A dan 0,10 A. Untuk data tegangan baik seri maupun paralel memiliki nilai yang hampir sama. Selain itu, diperoleh pula arus tertinggi di Kota Bengkulu untuk rangkaian paralel dan seri berturut-turut pada hari ke-2 dan ke-1 yaitu sebesar 0,49 A dan 0,22 A. Sedangkan arus terendah di Kota Bengkulu untuk rangkaian paralel dan seri pada hari ke- 4, hari ke-5 dan hari ke-2-4 yaitu sebesar 0,39 A dan 0,20 A. Untuk data tegangan baik seri maupun paralel memiliki nilai yang hampir sama. Karena tegangan seri merupakan jumlah tegangan dua buah panel surya sedangkan tegangan paralel merupakan jumlah tegangan dua buah panel surya dibagi dua. Hal ini dapat dianalogikan dengan prinsip pada baterai. Ketika susunan baterai secara seri, maka total tegangan adalah jumlah tegangan dua baterai. Sebaliknya susunan baterai secara paralel, maka total tegangan adalah jumlah dua baterai dibagi dua. Untuk lebih jelas mengenai perbedaan arus antara rangkaian seri dan paralel panel surya di Argamakmur dan Kota Bengkulu, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Grafik Perbedaan Arus di Argamakmur dan Kota Bengkulu

Berdasarkan Gambar 4, untuk di Argamakmur dengan ketinggian 541 m dpl yang berada pada kategori dataran tinggi, rata-rata arus yang dihasilkan oleh rangkaian paralel yaitu 0,20 A lebih tinggi daripada rangkaian seri yaitu 0,13 A. Sedangkan untuk Kota Bengkulu yang berada pada kawasan pesisir dengan ketinggian 2 m dpl, rata-rata arus yang dihasilkan oleh rangkaian paralel yaitu 0,44 A lebih tinggi daripada rangkaian seri yaitu 0,20 A. Berdasarkan pembahasan di atas, disimpulkan daya listrik yang dihasilkan antara antara Kota Bengkulu (kawasan pesisir) memiliki nilai yang lebih besar daripada Argamakmur (dataran tinggi) sebesar 64% yang mana perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan ketinggian yaitu faktor penyerapan intensitas cahaya matahari.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa rata-rata arus pada rangkaian panel surya yang disusun paralel memiliki nilai yang lebih besar daripada rata-rata arus pada rangkaian yang disusun seri. Nilai tegangan pada rangkaian paralel lebih kecil daripada rangkaian seri. Nilai arus dan tegangan mempengaruhi besar daya yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya listrik yang dihasilkan di Kota Bengkulu memiliki nilai yang lebih besar daripada di Argamakmur. Perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan ketinggian yang berkaitan dengan penyerapan intensitas cahaya matahari.

4.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah adanya penelitian lanjutan terkait bidang energi surya. Penelitian lanjutan misalnya menggunakan perbedaan sudut datang atau penggunaan rangkaian yang *hybrid*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Bengkulu, khususnya laboratorium FKIP UNIB yang sudah memfasilitasi penulis dalam pengambilan data. Kemudian kepada Prof. Dr. Aceng Ruyani, MS dan Prof. Dr. Afrizal Mayub, M.Kom. yang telah memberikan sumbangsih pemikiran dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kholiq I. Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi bbm. :75–91.
2. Ridlo R, Hakim A. Model Energi Indonesia , Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia : Literatur Review. 2020;1(1):1–11.
3. Tharo Z, Andriana M. PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID TENAGA SURYA DAN ANGIN ENERGI FOSIL DI SUMATERA. :141–4.
4. Asyari H, Irawan AP. Desain Prototipe Kompor Listrik Tenaga Surya. 2019;19(01):6–9.
5. Safitri N, Lhokseumawe PN, Rihayat T, Lhokseumawe PN. NO . ISBN 978-623-91323-0-9. 2019.
6. Juarsa MI. Pengaruh Faktor Klimatologi Temperatur Udara, Kelembaban Udara, Kecepatan Udara, Bilangan Sinop dan Intensitas Cahaya Terhadap Daya Listrik Panel Surya. Bengkulu: Universitas Bengkulu; 2021.
7. Usman M. Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro. 2020;9(2):52–7.
8. Silalahi WAM. Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu Permukaan Panel Surya Terhadap Energi yang Dihasilkan. Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas sains dan Teknologi. 2021;2(2):83.
9. Hasanuddin S. Program studi teknik elektro fakultas teknik universitas muhammadiyah makassar 2019. 2019;
10. Arifin M, Margareta DO, Trimaryana OF. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Konversi Sel Surya Berbasis Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC). Jurnal Integrasi. 2017;9(1):24.
11. Siregar M, Evalina N, Cholish, Abdullah, Zainul Haq Moh. Analisa Hubungan Seri Dan Paralel Terhadap Karakteristik Solar Sel Di Kota Medan. Teknik Elektro. 2021;3(2):94–100.
12. Tjasyono HK B. Klimatologi. Kedua. Bandung: ITB; 2004. 11–25 p.